植物分类学报 24 (2): 121—135(1986)
Acta Phytotaxonomica Sinica

黑龙江晚白垩世植物区系及东亚、北美区系的关系(续)

陶君容　　熊宪政
(中国科学院植物研究所,北京)　(黑龙江省第一区域调查队,小岭)

THE LATEST CRETACEOUS FLORA OF HEILONGJIANG PROVINCE AND THE FLORISTIC RELATIONSHIP BETWEEN EAST ASIA AND NORTH AMERICA (CONT.)

TAO JUN-RONG　　XIONG XIAN-ZHENG
(Institute of Botany, Academia Sinica, Beijing)　*(The First Regional Geological Survey of Heilongjiang Province)*

七、化石系统描述

(一) 蕨类植物

柔软似里白 *Gleichenites gracilis* (Heer) Tanai (图版 1: 11, 11a)*

1979, *Gleichenites gracilis*, Tanai, 90—91 页;图版 2: 1, 9。

描述: 化石为末级小羽片,原来羽叶的大小不知,仅保存部分小羽片。小羽片羽状分裂,裂片卵圆形,可见部分有 7—8 对,对生,分裂至 1/2 处,裂片上部渐尖, 下部相联。小羽片内有一主脉至近叶顶处二分叉,侧脉在基部离开约 1mm 处分出,约 2—3 对,微弧曲,侧脉不为二歧分支。

从羽状分裂的小羽片形状, 及小羽片内的脉不为二歧式, 与产于日本 Kuji 的 *G. gracilis* 相似。分布于格陵兰岛和日本的晚白垩世。

北方支脉蕨 *Cladophlebis septentrionalis* Hollick (图版 1: 7)

1930, *Cladophlebis septentrionalis*, Hollick, 39—40 页;图版 2: 1—3。

描述: 仅见末级羽片的顶部一段。小羽片卵披针形,向顶的羽状分裂,羽片基部与羽轴合生,每个小羽片卵形,顶端钝圆,边缘全缘。每个小羽片内有一主脉,有的顶端近似二分叉,侧脉 2—4 对,在近基处的羽片形状较大,侧脉对数达 4 对, 近顶处羽片的侧脉仅 2 对,弧曲度大。羽片呈塔形排列,下部宽,上部渐变窄。

所见标本和产于阿拉斯加晚白垩世的 *C. septentrionalis* 相似。

格陵兰紫萁 *Osmunda greenlandica* (Heer) Brown (图版 1: 2—5, 10)

1962, *Osmunda greenlandica*, Brown, 45 页;图版 5: 8; 图版 6: 14—15。

描述: 小羽片呈宽镰刀形, 长 1.9cm, 最宽在近基部, 约 8mm, 顶端渐尖, 边缘极微

* 本文全部图版已刊登在《植物分类学报》第 24 卷第 1 期。 All the plates of this artical have been printed in the Acta phytotax. Sin. **24** (1).

波状,小羽片的基部在叶轴处相联,两羽片之间具圆的弯缺。小羽片的中脉直或在基部微弯,侧脉在近1/3处(少数在1/2处)分支一次,很少在近边缘再次分叉。

从小羽片的形状与侧脉分支的特点,与 *O. greenlandica* 相似,尤以52183号标本几乎完全一致。该种分布在北美 Fort Union Formation。

拟金星蕨(未定种) *Thelypterites* sp. (图版5: 2b; 图版6: 1)

描述: 叶为二次羽状深裂,化石为羽状复叶的小部分。羽片多数,各羽片稍接近,无柄,长约4—6mm,宽1.5—2mm,披针形,长渐尖,基部彼此微相连。孢子囊群在每个裂片上4—6对,小形,着生在中肋及边缘之间,裂片上的脉不分支,每个脉上着生一小的圆形孢子囊群。

为印痕化石,从裂片形状及裂片内的侧脉不分支,每个脉上着生一小的圆形孢子囊群的特征和生存的金星蕨属相似,更细致的特征无法观察,暂定为此属。生存的金星蕨属分布于热带至亚热带。

(二) 裸子植物

篦羽叶属(未定种) *Ctenis sp.* (图版1: 12; 图版2: 1—3)

描述: 叶为一次羽状分裂,羽叶可能为线状披针形,羽轴较粗4—6mm。裂片宽椭圆形,以较大的角度着生于羽轴两侧,基部扩张并略沿轴向上下拖延,顶端钝圆。每一裂片基部同时伸出多条叶脉,分叉,彼此几乎平行,或偶尔斜交,叶脉互相联结成密的网脉。

该标本的叶形及脉序颇特殊,羽片着生状态及叶脉特征和 *Ctenis* 相似,属苏铁类。该属在我国的化石分布有10余种,产于四川、湖北、河北、内蒙、辽宁、黑龙江等地。从晚三迭世至早白垩世,在较晚的地层未有过记载。

铁线蕨型银杏 *Ginkgo adiantoides* (Unger) Heer (图版2: 4;图版3: 3—6)

1878, *Ginkgo adiantoides*, Heer, 21页;图版2: 7—10。

1983, *Ginkgo adiantoides*, Zhang, 118页;图版1: 11, 13, 14, 16; 图版5: 4; 图版7: 8 d。

描述: 叶扇形,长3.7cm,宽4cm,叶缘呈大的波状,基部宽楔形。表皮保存完好。

上表皮脉路明显,脉区细胞为狭长的条带状,脉间区细胞呈不规则的4—5边形,顺脉方向稍长,无气孔。下表皮脉路清晰,由4—6行狭长形条带状细胞组成脉区,细胞横壁可见。脉间区细胞成不规则的4—5边形,宽度为脉区的4—5倍,气孔数目中等,散布于脉间区,不成行,微下陷,孔缝方向不定,副卫细胞4—5个,以4个的较多,在孔缝的边缘向外突起,通常将气孔遮盖。

从化石叶的外形特征和生存的银杏区别不大,若从表皮结构、气孔器进行比较则有不同。现代银杏叶下表皮气孔数较多,副卫细胞通常6个(见图版3: 1, 2)。

白垩纪柏树 *Thuja cretacea* (Heer) Newberry (图版4: 1—2)

1895, *Thuja cretacea* (Heer), Newberry, 53页;图版10: 1, 1a。

1960, *Thuja cretacea*, Kryshtofovech and Baikovskaya 65—66页;图版13: 6—7。

1979, *Thuja cretacea*, Tanai, 100—101页;图版8: 1, 2, 8; 图版9: 2, 3。

描述: 为具鳞叶的枝,鳞叶二型,交叉对生,排成四列,两侧的鳞叶呈船形,中央之叶呈斜方形。

该种广泛分布于北美、东亚的晚白垩纪植物群中，日本的 Kuji 地区 (Sawayama Formation) 有分布。

(三) 被子植物

布朗拟睡莲 *Nymphaeites browni* Dorf (图版 8: 5)

1942, *Nymphaeites browni*, Dorf. 142 页; 图版 10: 9

描述: 叶圆盘状心形，直径约 2—2.6cm，叶基为深心形，叶缘具不显的楔形细齿。脉从基部放射状发出，大约 14 条，向着叶缘不规则的分叉，常 1—2 次，少有 3 次分叉的，分支到叶缘渐消失，三次脉不显。叶的质地较厚。

所见标本的叶形和脉序与产于北美 Lance flora 的 *N. browni* 相似，不同在于 Lance 的种叶形略大，叶边全缘。拟睡莲属是 Sternberg 建立的形态属，从叶形和脉序特征和睡莲属较相似，可能是近亲缘的属。

钝叶拟蝙蝠葛 *Menispermites obtusiloba* Lesquereux (图版 9: 1, 2; 图版 15: 1)

1883, *Menispermites obtusiloba*, Lesquereux, 79 页;图版 15: 4。

1976, *Menispermites* cf. *obtusilobus*, Krassilov, 55 页;图版 15: 1—2。

描述: 叶形较大，肾形，宽度大于长度，一般长 8.3—10.5cm，宽 10.7—14cm，呈不显的三裂，顶端钝圆，基部平截形至微心形。叶柄粗状，未保存。叶缘具圆形微波状的大齿或近于全缘。掌状 5—6 基出脉，直行脉序，中脉两侧通常对称或微不对称。最外一对侧主脉较短、弱，具 4—5 条弱的外脉或不具外脉;内侧侧主脉较粗，顶端直达或分支后达侧裂片顶部;外侧具 3—4 条外脉，外脉达叶缘;从中脉生出的二次脉对数少，通常 2—3 对，近顶处分支;三次脉与侧脉斜交而与中主脉垂直，组成大的不规则脉网。

该种叶为肾形，Lesquereux (1874) 描述为肾形至正三角形，叶形及脉序均相似。曾分布在苏联察加扬组。

久慈拟蝙蝠葛 *Menispermites kujiensis* Tanai (图版 13: 1)

1979, *Menispermites kujiensis*, Tanai, 107 页，图版 11: 3; 图版 12: 1—2; 插图 4—6。

描述: 叶肾形，长 4.3—6.6cm，宽 5.3—7.8cm，基部截形或宽心形。掌状 5 出脉，从叶基发出，微之字形折曲。中主脉有时不在叶的中部成偏斜状，内侧的侧主脉三次分支，外侧的侧主脉向外分支 4—5 个，分支在叶缘联成脉环，从中主脉生出的二次脉对数少，三次脉形成大网。

所见标本和日本久慈 (Kuji) 地区晚白垩世的 *M. kujiensis* 颇相似，差别在叶缘的波状圆齿不如原种多。

拟蝙蝠葛(未定种) *Menispermites* sp.

描述: 叶形较大近圆形，长近 10cm，宽超过 10cm，基部心形，前端钝圆，叶缘具大的圆齿，叶柄粗状。5—7 出掌状脉，叶两侧不对称，中主脉偏斜生。近中主脉的侧主脉长，伸至叶前部，每个掌状脉各具 4—5 次分支的二级脉，从二级生出的三级脉间距整齐，与中脉垂直，组成大脉网。

所见标本的叶形及脉序均与 *Menispermites reniformis* Dawson 有些相似，因标本保存不全，作为未定种处理较适宜。

昆栏树属(未定种) *Trochodendron* sp. (图版 7: 6; 图版 11: 10)

描述: 化石为果实标本。果实由 6—10 个蓇葖果轮状排列，组成蓇葖轮，直径约 1.2—1.5cm，果实成熟时开裂。

以果实开裂为蓇葖果，及蓇葖果成轮状着生的特征和昆栏树相似。昆栏树属生存种仅一种，为常绿灌木或小乔木，仅分布于我国台湾省及日本，生长在海拔 300—2700m 的阔叶林或混交林中。

北极拟昆栏树 *Trochodendroides arctica* (Heer) Berry (图版 6: 7; 图版 7: 1—4; 图版 16: 2)

1963, *Trochodendroides arctica*, Bell, 37—38 页; 图版 8: 3; 图版 19, 图 1—4。

1974, *Trochodendroides arctica*, Krassilov, 87—90 页; 图版 8: 9。

1979, *Trochodendroides arctica*, Tanai, 126 页; 图版 14: 4。

描述: 该种叶形变化较大，卵形至卵圆形或椭圆形。大形叶长 9.6—10.2cm，宽 7.6—8.4cm，多为卵圆形；小形叶长 3.1cm，宽 2.1cm，多为卵形。叶缘具细的齿至大的波状圆齿，大形叶的齿为浅裂状，每个大齿具 2—3 个钝圆的小齿。叶基部形状在小形叶为楔形至钝圆形，大形叶为心形。常为掌状 3—5 出脉，中脉直，内侧的主脉弧曲伸至叶前部近顶处，外侧的侧主脉亦弧曲，较短，有的外侧还具一对短而不显的侧主脉，均分支联结成环，再分支相联，末次分支达叶缘；从中脉生出的二次脉 4—5 对，较弱，以 60° 角伸出，从侧主脉生出的次级脉 5—6 对，外侧角度大，内侧角度小，外侧的脉和最外侧主脉联结成环，三次脉弱组成大的脉网。

该种定名很混乱。长期来，有把 *Populus*, *Cercidiphyllum*, *Tetracentron* 归于此种的，几经整理，现在多认为 *Trochodendroides* 和 *Trochodendron* 不同类，*Trochodendroides* 包括的范围更广，仅和昆栏树科有亲缘关系。该类化石广泛出现在北半球晚白垩世。

乌云水青树 Tetracentron wuyungense Tao, sp. nov. (图版 2: 9; 图版 5: 4)

描述: 叶近圆形，长(可见部分) 5cm，宽 4.8cm，叶前部未保存，基部微心形，叶缘具圆齿，大圆齿浅裂成小圆齿。叶柄中等粗细，长 1.1—1.3cm 或更长。掌状 7 出脉，7 条脉均从叶柄顶部生出，粗细近相等，夹角近相等，二次脉不显，均不规则而稀少的从掌状初生脉伸出，与三级脉形成不规则的大网，掌状脉分支后相联成环再分支达叶缘。

该种叶形较固定，为近圆形，掌状脉 7 条，各条间距相等，诸特征似 *Tetracentron* 属，和 *T. vachrameevianum* Iljinskaja (1972) 近似，区别在该标本的叶较大，叶缘齿不同，叶形也有差别。

有的古植物工作者把该属化石归入拟昆栏树属，二者相似处在于二、三级脉组成的网相似，明显的区别是水青树属具 7 条掌状脉。

乌云原始叶 Protophyllum wuyungense Tao, sp. nov. (图版 12: 1)

描述: 叶椭圆形至卵圆形，长 6.8—7.8cm，宽 4.5—6.2cm，顶端渐尖或钝圆，基部圆形微收缩成浅心形，两侧微不对称，叶边全缘或具波状微齿。羽状达缘脉序，中脉近基一段粗壮，向上逐渐变细；侧脉约 7 对，近基 3 对排列较密，与中脉的夹角近垂直或钝角(即脉斜向外下侧伸出)，其他侧脉间距相等，与中脉夹角约 30°—50°，向上夹角渐小；三次脉及顶，横的形成长方形网格，排列整齐。

所见标本的羽状达缘脉序，近基部三对脉排列紧挤的特征，与海丹原始叶 *Protophyllum haydenii* 相似，不同在该种叶形为椭圆至卵圆形，第三、四对侧脉均具分支，叶形略小。

海丹原始叶(近似种) *Protophyllum* cf. *haydenii* Lesq. (图版 11: 1; 图版 14: 6)

1874, *Protophyllum haydenii*, Lesquereux, 106 页;图版 17: 3。

1979, *Protophyllum haydenii*, Guo and Li, 555 页;图版2: 3; 图版 3: 1—4; 图版 4: 5。

描述: 叶宽卵形或卵圆形，长宽均约 7cm，顶端未保存(实际长略大于宽度)，估计钝圆形，基部微凹呈浅心形，叶全缘或具不明显的微波状齿。羽状达缘脉序，中脉下部较粗，向上渐变细，微弯曲；侧脉排列较密，约 6 对，互生，近基部 2—3 对，与中脉夹角约 90°—70°，其余侧脉的夹角较小，约 50°—60°；三次脉近垂直于中脉和侧脉，组成整齐矩形脉网。

所见标本和堪萨斯州 Dakota 组的 *P. haydenii* 近似，原记载的叶形变化较大，以叶形和脉序特征较接近，和吉林珲春的该种亦相似。

卵圆原始叶 Protophyllum ovatifolium Tao, sp. nov. (图版 13: 2, 3,7)

描述: 叶近圆形或卵圆形，长约 4.8—7.7cm，宽 4.5—6cm，顶端钝圆，基部钝圆或微心形。叶缘具疏圆齿或圆楔形齿，有的齿尖较锐，叶柄较粗。羽状达缘脉序，中脉较直，在下部粗壮；侧脉 5—6 对，近基部三对排列较密，第一对弱斜向外伸出，第二对以直角从中脉生出，第三对斜向前方伸出，夹角约 60°—70°，其余侧脉 2—3 对，以 45°—30°角从中脉生出，外侧具 2—3 条分支，分支达缘；三次脉与中脉、侧脉垂直，组成微弓形长方形脉网。

所见标本的叶形颇为特殊，和吉林珲春组产的 *P. microphyllum* 近似，区别在该种叶的个体更大，侧脉对数较多，不呈弧曲状。另外和 *P. minus* (Lesquereux, 1874, pl. XIX f. 2) 近似，但此种原描述叶为卵形，最宽在叶基部，叶边全缘或微波状，叶为亚盾形等，明显不同。

具齿假原始叶 *Pseudoprotophyllum* cf. *dentatum* Hollick (图版 11: 2)

1930 *Pseudoprotophyllum dentatum*, Hollick, 93 页，图版 65: 1—2。

描述: 叶形中等大小，卵椭圆形，长(可见部分) 7.8cm，宽 6.5cm，叶顶未保存，叶基盾形，叶缘具浅波状齿，齿尖较锐，齿两侧距离相等。中脉直达叶前部。近基处约 2cm 内变得粗壮，基部向下和外侧伸出 4 条脉，并形成 3 对脉在基部近挤，从中脉生出的二次脉约 2 对，近等距；三次脉有直接从中脉垂直伸出的，与从侧脉垂直生出的互相联结形成大网脉，侧脉的分支直达叶缘齿，基侧脉的分支较粗，成支脉状。

所见标本的叶形及脉序特征，与产于阿拉斯加晚白垩纪的 *P. dentatum* 相似，区别处在于乌云组的标本叶形较小，侧脉对数略少。

小叶普拉榆 *Planera* cf. *microphylla* Newberry (图版 5: 5—6)

1962, *Planera microphylla*, Brown, 60 页;图版 24: 1—11, 13, 15, 16。

描述: 叶卵椭圆形或宽卵披针形，长近 6cm (化石保存不全)，宽 3.2—3.5cm，叶两侧大多对称，仅少数微不对称，基部微凹呈心形，顶端较钝。叶缘具重齿，齿大小相等。叶柄短粗。中脉直，下部较粗，向上渐变细；侧脉羽状，微弧曲达缘，多在近叶缘 2/3 或 3/4 处分支，分支达叶缘齿，第一对侧脉具几条外脉，整齐，分支达缘；三次脉与侧脉成直角生出，排

列整齐。

所见标本最明显的特征是二次脉多具分支，分支达叶缘齿，叶缘齿有单齿或重齿大小近相等，这些特点和产于 Fort Union Formation 的 *Planera microphylla* 相似，还与 Lance Formation 的 *Phyllites sp.* (Dorf, 1942, p. 156; pl. 17, figs. 5, 13) 相似，可能属同种。

原始髯毛桤 Alnus protobarbata Tao, sp. nov. (图版 10: 4)

描述：叶椭圆形，长 12—13cm，宽约 8cm，顶端未保存，呈急尖或钝尖形，基部圆形，两侧微不对称，叶缘具明显的重锯齿，侧脉伸入的齿大，侧脉分支伸入小齿，齿两侧不等，向前弯曲，叶柄长 1.2cm。羽状达缘脉序，中脉直；侧脉 10—11 对，互生，微弯，除叶基和顶部的侧脉间距较短外，其余间距相等，排列整齐，侧脉有分支；三次脉近与侧脉垂直，外侧的微斜交形成整齐的脉网。

所见化石叶形、脉序及叶缘齿均与苏联分布的生存种 *A. barbata* 近似，区别在乌云的化石侧脉对数多。间距小，叶柄细长。又与苏联东锡霍特阿林晚白垩世的 *A. adumbrata* (Hollick) Wolfe (Ablaev, 1974) 相近似，但乌云标本叶形大，侧脉对数多，弧曲度大而有别。

杰氏拟桤 *Alnites jelisejevii* (Krysht.) Ablajev (图版 10: 3)

1974, *Alnites jelisejevii*, Ablajev, 113 页；图版 19: 2—4。

描述：叶卵椭圆形，长约 7.5cm，宽 4.8cm，最宽在叶中上部，略呈倒卵状，顶端未保存，估计为短渐尖，基部钝圆，两侧不对称，叶缘具重锯齿，齿大小差别极微。中脉微弯，中等粗细；侧脉羽状达缘，9—10 对，近对生，以 35°—45° 角从中脉生出，斜直伸向叶缘齿，基部第一对侧脉短，第二对侧脉近顶处有分支，达缘，其余侧脉间距相等，排列整齐；三次脉与侧脉成直角生出，彼此平行排列。

该化石和苏联东锡特阿林晚白垩世的 *Alnites jelisejevii* 相似。

古老桦 *Betula prisca* Ett. (图版 6: 4; 图版 10: 2)

1956, *Betula prisca*, Kryshtofovich, 92—93 页；图版 22: 1b, 2, 4—8。

描述：叶卵形，长 4.8—5.5cm，宽 2.5—3.5cm，顶端短渐尖至钝尖，基部宽楔形，叶缘具重锯齿，齿为楔形、锐尖。羽状达缘脉序，中脉微弯曲；二次脉 10—12 对，近对生或互生，与中脉成 30°—40° 角，彼此平行，间距相等，末端伸入大齿，分支伸入重齿内；三次脉与侧脉成直角伸出，或外侧略斜交，排列整齐组成长方形网。

所见标本的叶形及侧脉对数、与中脉的夹角等特征，和产于苏联哈萨克斯坦的 *B. prisca* 相似，不同在于乌云标本的个体略小。

萨哈林桦 *Betula sachalinensis* Heer (图版 8: 2—4)

1974, *Betula sachalinensis*, Ablajev. 109—110 页，图版 18: 1。

描述：叶椭圆形，叶两侧边缘近于平行，长约 7.5cm (标本保存部分长 6.8cm)，宽约 5 cm，顶端短渐尖，基部圆形，叶缘具重锯齿。中脉直；侧脉羽状达缘，约 10 对，以约 45° 角从中脉生出，基部第一对脉短，夹角大，2—3 对的夹角略大于前部的，侧脉近边缘处分支达重齿内，侧脉伸入的齿大于支脉的齿；三次脉细与侧脉垂直，排列整齐。

当前化石的叶形和脉序与东锡霍特阿林晚白垩世产的 *B. sachalinensis* 相近似，唯一

的区别在乌云化石的侧脉对数略少。

福氏拟榛 *Corylites fosteri* (Ward) Bell (图版 8: 6)

1949, *Corylites fosteri*, Bell. 53 页;图版 33: 1—5, 7。

描述: 叶卵形或椭圆形,两侧不对称,长 5.5—6cm,宽 4.2—5cm,顶部未保存,估计为渐尖,基部心形,两侧不对称,一侧成耳垂状,一侧心形。叶缘具齿,因标本保存欠佳,齿不清晰。中脉直;侧脉羽状,基部二对距离较近,其余侧脉约 4 对,互生,以40°—50°角从中脉生出,第一对脉斜向上,夹角较大,具 3—4 条外脉,外脉弯曲伸向叶缘,其余侧脉微曲伸向叶缘,其上分支;三次脉与侧脉垂直生出,排列整齐。

当前化石的叶形和脉序与 Alberta 西部 Paskapoo Formation 产的 *C. fosteri* 较为相似,不同在于乌云化石叶的个体略大,基部一侧成耳垂状,其他特征较为一致。

大翅青钱柳 Cyclocarya macroptera Tao, sp. nov. (图版 10: 5)

描述: 化石为一具翅的果实,果实偏球形,径约 4.5mm,果实周围有水平方向展开的革质圆盘状翅,径达 6.5cm,具辐射状脉纹,脉纹很少分支,多数直接伸至边缘,翅边缘呈微波状。

该属化石早被 Schlechtendal (1897) 发现,定名为 *Pterocarya cycloptera*,至 1953 年 Iljinskaja 改定为 *Cyclocarya* 属。中亚阿苏塔斯产的果实比乌云的小,相对的种子大,明显不同。

鲜艳杨 *Populus carneosa* (Newberry) Bell (图版 10: 1)

1949, *Populus carneosa*, *Bell*. 55 页;图版35: 1—3; 图版 36: 1—6。

描述: 叶近正圆形,长 4.9cm,宽 4.3cm,基部钝圆,顶端圆或钝急尖,叶缘近基处全缘,具小的整齐楔形齿或波状楔形齿。中脉直,近基 1/3 处较粗,向上渐变细;二次脉羽状达缘,4—5 对,基部的两对排列较近,第一对侧脉较短,夹角最大近于直角,其余夹角 30°—45°,侧脉的间距不等;三次脉与侧脉斜交组成大网。

所见化石和 Paskapoo Formation (古新世)所产的 *P. carneosa* 相似。

乌云珍珠梅 Sorbaria wuyungensis Tao, sp. nov. (图版 6: 5—6)

描述: 叶披针形至卵披针形,长 4.3—5cm,宽 1.3—1.95cm,最宽在叶下部,顶端长渐尖,基部近圆形或微凹成浅心形,两侧微不对称,叶缘具重锯齿,齿大小近相等。中脉微弯曲;二次脉羽状达缘,12—14 对,约以 45° 角从中脉生出,近基的夹角略大至叶顶渐小,侧脉多在近边缘 2/3 处分支,伸入重齿内;三次脉与侧脉近垂直,有的直接组成 4—5 边形脉网。叶质较厚。

该化石的叶形和脉序,尤以侧脉具分支及叶缘齿等特征和珍珠梅属相似,以脉较密,成皱纹状,和该属的其它种有区别。

雅致羊蹄甲 Bauhinia gracilis Tao, sp. nov. (图版 13: 6)

描述: 叶形中等大小,长约 5.4cm,宽 6.2cm,浅二裂,凹缺在叶前部,裂片卵圆形。叶缘具疏的波状齿,齿尖具腺点状。中脉达叶前凹缺处,长 4.2cm;侧主脉两对,内侧的一对略粗,弧曲向内至凹缺处,并具分支,分支达裂片顶部前 2—3 次分支,末端弧曲环结后再分支,外侧的侧主脉微细,具纤细的分支约 4 条。

所见化石和 Amboy Clays Flora 的 *B. cretacea* 不同,在于叶形较小,裂片很浅,基部

近截形，叶缘波状，齿尖具腺点等，故立一新种。

该属化石分布在 British Columbia 的 Vauconver Island 和日本的晚白垩纪，我国首次记载此属化石。

假原始叶南蛇藤 Celastrophyllum subprotophyllum Tao, sp. nov. (图版 11: 6—7)

描述：叶卵形或倒卵形，长 4.8—6cm，宽 2.9—4.4cm，基部钝圆或叶柄着生处微凹，在叶下部 1/2 为全缘或波状，上部的 1/2 处具微齿，叶柄较长约 2cm。中脉较粗壮，至叶上部 1/2 处变细，微弯，二次脉约 7 对，第一对短，夹角大，第二对斜直伸，具 3—4 条较弱的外脉，外脉弧曲后伸向叶缘，第三对侧脉具 4 条显著的分支(外脉状)，其余侧脉在近叶缘处亦分支，达叶缘齿；三次脉分别与侧脉和中脉垂直，组成长方形脉网。

所见化石的叶形及脉序特征和 Amboy 南部晚白垩纪的 *C. newberryanum* 相似，不同在乌云化石的叶形更大，叶基不成楔形，叶缘不具锐齿等而明显有别。阿拉斯加晚白垩产的 *Celastrus herendenensis* Hollick 比乌云化石的叶形更大。

该属化石广泛分布在阿拉斯加、格陵兰等地的晚白垩世。

假白垩枣 Zizyphus pseudocretacea Tao, sp. nov. (图版 10: 6)

描述：叶卵形，顶端未保存，保存部分长 5.8cm (估计全长约 7cm)，宽 4.5cm，叶基钝圆或宽楔形，最宽在叶中部。叶缘具疏锯齿，齿外侧长，内侧短形成收缩状。明显 3—5 基出脉，内侧基侧脉弧曲伸至叶前部。近与中脉平行，外侧基侧脉伸至叶 1/2 处，外侧具分支，分支在叶缘处环结后再分支，达叶缘齿内；从内侧基侧脉生出的三次脉成 70°—80° 角生出，其余三次脉组成稀疏的网脉。

所见化石的叶形和叶缘齿与察加杨的 *Z. phosphoria* (Kryshtofovich, 1957, pl. 21, fig, 3) 近似，并和 *Z. cretaceus* (Bell, 1957) 有些相似，区别在于该化石的侧主脉弧曲，近与中脉平行，其上无明显二次脉生出，则不同于前者；以叶缘具齿，三基出脉外侧还有一对基侧脉，而与后者有别。

该属化石分布较广，晚白垩世的阿拉斯加、萨哈林岛(库页岛)、北美等地皆有分布。

槭叶蛇葡萄 *Ampelopsis acerifolia* (Newberry) Brown (图版 14: 1—5; 图版 16: 2)

1949, *Acer arcticum*, Bell, 71 页；图版 58: 2。

1962, *Ampelopsis acerifolia*, Brown, 78 页；图版 51: 1—18; 图版 52: 1—8, 10; 图版 59: 6, 11; 图版 66: 7。

1974, *Ampelopsis acerifolia*, Chandrasekharam, 31 页；图版 20: 130。

描述：叶卵圆形至圆形，变化甚大，少数宽度略大于长度，一般长 7.5—9cm，宽 5—9cm，个别小形叶长仅 1.8cm，宽 1.2cm，大形叶长至 11cm，叶缘具波状圆齿，齿大小不等，叶前部呈明显或不显的浅三裂，基部钝圆至浅心形。掌状 5 出脉，达缘脉序，近中主脉的侧主脉发育粗壮，伸至叶前部侧裂片顶部，具 3—4 条向外的分支，近基的侧主脉具 6—7 条外脉；二次脉 3—4 对，互生，以 30°—40° 角从中主脉伸出；三次脉整齐或斜交成直角。叶质地较厚。

该种叶的大小变化颇大，过去被 Newberry (1898, p. 37) 定为 *Populus acerifolia* 后经 Brown (1962) 的研究给予正确属的位置，以掌状 5 出脉，叶呈浅三裂状，侧主脉特别

发育并具多条外脉，及叶缘具圆齿等和杨属区别开。化石分布在加拿大的晚白垩至古新世。

边缘白粉藤 *Cissus marginata* (Lesq.) Brown (图版 5: 6)

1962, *Cissus marginata*, Brown, 79 页;图版 53: 1—6;图版 54: 1—4; 图版 55: 4, 6, 7。

1979, *Cissus marginata*, Tanai, 16 页;图版 12: 7; 插图 5: 3, 4。

描述: 叶菱卵形,长 7.1cm,宽 4.4cm,最宽位于叶中部,顶端渐尖,基部渐狭成楔形,边缘下部全缘,上部具波状疏齿。羽状达缘脉序,基部的一对侧脉从叶柄顶端直接生出,斜伸至叶中部,外侧具 4—5 条弱的支脉,从中脉生出的侧脉约 4 对,伸入叶缘齿尖; 三次脉直接形成网脉,多为四边形少五边形。

该种最早被 Lesquereux (1878 年) 归于 *Viburnum* 属,而荚蒾属的基侧脉具多数整齐的外脉,明显不同。该标本和日本晚白垩世 (Tamagawa Formation) 的 *C. marginata* 相似。该化石分布在萨哈林岛(库页岛)、北美及日本等处晚白垩至古新世。

察加杨椴 (近似种) *Tiliaephyllum* cf. *tsagajanicum* (Krysh. et. Baik.) Krassilov (图版 8: 7)

1976, *Tiliaephyllum tsagajanicum*, Krassilov, 70—71 页; 图版 35: 1—2; 图版 36: 1—3; 图版 37: 1—2。

描述: 标本保存不完整,估计长约 6cm 余,宽 5.2cm,基部略偏斜,一侧心形,一侧估计为微心形,叶缘具齿。中脉直,基侧脉长,斜直伸向叶前 2/3 处,从基侧脉生出一强壮的支脉具 4—5 条外脉,整齐达缘;从中脉生出的二次脉约 4 对,等距整齐,有的顶部分支达缘;三次脉与侧脉、基侧脉垂直,组成整齐长方形网脉;四次脉细弱,与三次脉垂直。

由于化石保存较差,从基侧脉具有整齐分支的外脉及叶缘齿特征,和察加杨椴相似。

不规则克里木 *Credneria inordinata* Hollick (图版 5: 7; 图版 6: 9)

1930, *Credneria inordinata*, Hollick, 86 页;图版 56: 3; 图版 57: 2—3。

描述: 叶略呈阔倒卵形,由于叶前部未保存,全长估计约 8cm 或更长,宽 6—8cm,叶顶端大约为圆截形,基部浅心形,叶缘近基部一段全缘,其余具明显的齿,叶柄粗壮,长 1—2cm。羽状脉序,主脉近基 2cm 左右变得粗壮,近基三对脉排列较密,第一对弱,沿基部边缘弧曲,第二对较长,以 80°—90° 角伸出,分支, 第三对呈基侧脉状,较长,伸向叶前 1/2处或略短,具 4—5 条外脉,外脉沿叶缘弧曲环结后分支达缘,其余侧脉 3—4 对,从中脉近等距生出,具 1 或几次分支,分支伸向叶缘齿。

采自乌云的标本保存较差,若根据脉序和叶缘特征似 *Protophyllum minus* Lesq. (1874, p. 104),因叶形不同,当前标本叶的最宽处在叶的上部,侧脉分支均伸入叶缘齿等和 *Credneria inordinata* 更相似,故暂归入此种。

心耳叶拟翅子树 *Pterospermites auriculaecordatus* Hollick (图版 11: 3—5)

1936, *Pterospermites auriculaecordatus*, Hollick, 151—152 页; 图版 92: 1—5; 图版 93: 1—2。

描述: 叶近圆形或长度略大于宽度,长 4.9—6.1cm,宽 5.1—6.2cm,顶端未保存,估计为钝圆形,基部为耳状心形至盾形。叶柄有的成盾状着生,叶缘具明显的钝至锐齿,近

基的一段为圆齿至钝圆齿，在叶前则成锐齿。掌状5出脉，近中脉的一对向前弧曲，近基的一对略向外侧弯曲，各具3—4条明显的外脉；侧脉约4对，互生，第一对距基出脉发出点近，其余各对距离相等，约以30°—45°角从中脉生出，夹角愈向前愈变小；三次脉及顶，组成矩形大网.

当前标本叶形较小，叶基成耳状心形，5基出脉，及叶缘齿的特征和阿拉斯加的 *P. auriculaecordatus* 极相似。

盾叶拟翅子树 Pterospermites peltatifolius Tao, sp. nov.（图版12：2）

描述：叶形较大，近圆形或卵圆形，长11cm或更长(顶端未保存)，宽9.7cm，叶顶估计为钝圆形，基部深心形，叶柄盾状着生。叶缘微波状至近全缘。中主脉较粗，离基生出一对强的侧主脉，弯曲伸向叶前部，和中主脉成直角，具4—5条明显的外脉，均弧曲伸向叶缘；二次脉约3—4对，以50°—60°角从中脉生出，第一对侧脉距侧主脉伸出点的距离较近，其余几对距离相等；三次脉与侧脉成直角，及顶，构成整齐的矩形网。叶质地较厚，革质。

该化石从叶形及三次脉形成整齐矩形脉网等特征似 *Pterospermites* 属，该属与生存的 *Pterospermum* 有亲缘。以近全缘和基侧脉弧曲度特大等有别于心耳叶拟翅子树。

古老荚蒾 *Viburnum antiquum* (Newberry) Hollick（图版11：8—9）

1868，*Tilia antiqua*，Newberry. 52页。

1898，*Viburnum antiquum*，Newberry，128页；图版33：1—2。

1962，*Viburnum antiquum*，Brown. 86页；图版63：1—8；图版64：4。

描述：叶宽卵形至椭圆形，长2.4—3.2cm，宽2.4—2.6cm，顶端圆，基部微心形，叶缘具大的圆楔形齿，叶柄粗壮，长约8mm。中脉直，达顶；侧脉对数较少，通常4—5对，互生，间距较稀，大多在近叶缘处分支，少数有再次分支的，分支达叶缘齿，基部的一对侧脉具三条外脉；三次脉整齐近与侧脉垂直，形成整齐矩形脉网。

该标本与北美 Fort Union Formation 的 *Viburnum antiquum* 化石较接近，不同点在于乌云标本的个体略小，其它方面的特征甚一致。

粗糙荚蒾 *Viburnum asperum* Newberry（图版6：10）

1962，*Viburnum asperum*，Brown，87页；图版1—3，5，7—11。

描述：叶形较小，卵椭圆形，长2.2cm，宽1.9cm，顶端钝圆，基部不对称的心形，叶缘具细齿。中脉前部微弯，略呈折曲状；侧脉5—6对，互生，弧曲伸向叶缘，侧脉在近边缘处分支，分支达叶缘齿，基部的一对侧脉弧曲伸至叶缘，外侧具3—4条明显的外脉，外脉弧曲伸向叶缘；三次脉和侧脉近于垂直，间距密，明显，排列整齐。

所见标本的明显特征是二次脉弧曲，三次脉密，排列整齐，和北美 Fort Union Formation(Lower) 所产的 *V. asperum* 相似，略不同在于乌云化石的叶缘齿较细而不明显。

疏齿荚蒾叶 *Viburniphyllum finale* (Ward) Krassilov（图版5：8）

1976，*Viburniphyllum finale*，Krassilov，74—75页；图版41：1—7。

描述：叶卵椭圆形，长约7—8cm，宽5.4—6cm，顶端渐尖，基部略偏斜(未保存)，叶缘具疏的大齿。中脉直；侧脉羽状达缘，基部第一对侧脉斜伸，具4—5条显著的外脉，其余侧脉4—5对，多具分支，达叶缘齿，和中脉的夹角在基部的大，向上渐变小，约50°—35°；

三次脉近与侧脉垂直，组成稀的矩形大脉网，整齐。

当前化石的叶形和脉序与察加杨组的相似，不同在于乌云化石叶的个体略宽大，侧脉对数略少，归于一种较合适。

第氏德贝木 *Debeya tikhonovichii* (Kryshtofovich) Krassilov (图版 6: 8)

1957, *Dewalquea* cf. *trifoliata*, Bell, 72 页。

1973, *Debeya tikhonovichii*, Krassilov, 108 页；图版 21: 26—34。

1979, *Debeya tikhonovichii*, Tanai, 122 页；图版 14: 9—10。

描述：叶披针形，最宽在叶中下部，长约 7cm (可见部分长仅 6.5cm)，宽 1.9cm，顶端渐尖，基部渐狭(保存不完整)成楔形，叶缘下部 2/3 或 1/2 处全缘，其余具疏的细齿，叶柄未见。中脉较直，粗壮；二次脉羽状，不明显，在近叶缘处向前折曲，环结后分支达叶缘齿，每对侧脉间具间脉，微折曲，不达边缘，侧脉和中脉形成不整齐的伸长的网隙。

该种叶由三小叶组成的复叶，乌云仅见单个小叶，从叶形和脉序特征，尤其侧脉折曲环结后再分出短支达叶缘齿，三次脉形成不规则网等易于识别。德贝木属是 Knoblock (1964年)建立的形态属，分类位置未定，其中包括过去被定为 *Dewalquea* 和 *Araliophyllum* 的化石，Knoblock 认为可能与 Picrodendraceae (Juglandaceae) 有亲缘。

北极果 *Carpolithes arcticus* (Heer) Hickey (图版 4: 8)

1979, *Carpolithes arcticus* (Heer) Hickey, Tanai, 118—120 页；图版 14: 2, 3, 12。

描述：化石为果实，果序呈总状或穗状，位于下部的果具一短的果梗，上部的近于无梗，果卵椭圆形，两端渐尖，顶端较锐，有的具一宿存花柱，基部宽楔形。果外面具纵的条纹。

这种化石果被不同古植物学者定名为 *Cercidiphyllum*, *Trochodendron*, *Leguminosites*, 等。在 1939 年。Brown 认为是 *Cercidiphyllum* 的果，此后很多人沿用此名。实际，这种果实和生存的连香树的果有很大区别，首先在花序和分裂的果瓣形态特征均不同，应属于已绝灭的双子叶植物 Chandler, 1961; Kryshtofovich, 1958; Mai 1963。

Kryshtofovich 虽观察到这种果实和 *Cercidiphyllum*、*Trochodendron* 的一些相似的地方，他强调了它们间的区别，建立了一新属 *Trochodendrocarpus*。

作者定新属时既无模式标本又无新属的描述，根据国际命名法规属无效名。Hickey (1977)订正了该种，他的倾向是支持这个属和 *Cercidiphyllum* 有亲缘，但又缺乏明显的证据。

该种果实广泛分布在北半球的晚白垩纪至老第三纪地层中。

参　考　文　献

[1] 中国植被编辑委员会，1980: 中国植被，科学出版社，232—234、254—268、772—779 页。
[2] 中国科学院黑龙江流域综合考察队，1961: 黑龙江流域及其毗邻地区自然条件，科学出版社，3—5、16—26、29—43 页。
[3] 刘 训，1981: 中国东部白垩纪早第三纪盆地的沉积系列，构造地质论丛(一)，地质出版社。
[4] 吴征镒、王荷生，1983: 植物地理(上册)(中国自然地理)，科学出版社，66—73、83—89 页。
[5] 张志诚，1983: 黑龙江北部嘉荫地区晚白垩世植物化石。地层古生物论文集，第十一辑，111—132 页。
[6] 罗玉兴、张志诚等，1983: 黑龙江嘉荫-逊克地区晚中生代和第三纪地层，地层学杂志 7(3): 169—183 页。
[7] 徐 仁，朱家枬等，1979: 中国晚三迭世宝鼎植物群，科学出版社，46—48页。

[8] 陶君容、孙湘君，1980：黑龙江林甸县白垩纪的植物化石和孢粉组合，植物学报 **22**(1)：75—79页。
[9] 高瑞琪、赵传本等，1972：松辽盆地晚白垩世孢粉组合，科学出版社，**1976**：2—26 页。
[10] Ablaev, A. G., 1974: Late Cretaceous flora of eastern Sikhote-Alin and its stratigraphic implication. Acad. Sci. USSR, Far-East Geol. Inst., Novosibirsk, 179 pp. (in Russian).
[11] Bell, W. A., 1949: Uppermost Cretaceous and Paleocene floras of Western Alberta. *Geol. Surv. Canada Bull.*, no. 13.
[12] Bell, W. A., 1963: Upper Cretaceous floras of the Dunvegan, Bad Heart, and Milk River Formations of Western Canada. *Geol. Surv. Canada. Bull.*, no. 94.
[13] Bell, W.A., 1965: Upper Cretaceous and Paleocene plants of Western Canada. *Geol. Surv. Canada.*
[14] Brown, R. W., 1950: Cretaceous plants from southwestern Colorado, *U. S. Geol. Swv. Prof. Paper*, 221 D, 45—66 pp.
[15] Brown, R. W., 1962: Paleocene flora of the Rocky Mountains and Great Plains. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper.* 375.
[16] Chandrasekharam, A., 1974: Megafossil flora from the Genesee locality Alberta, Canada. Paleontographica. ABT. B. Band 147. Lfg. 1—3.
[17] Chaney, R. W., 1951: A revision of fossil Sequoia and Taxodium in western North America based on the recent discovery of Metasequoia. *Transaction of the America Philosophical Society.* Vol. 40, part 3. 1950.
[18] Hollick, A., 1930: The upper Cretaceous flora of Alaska. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper.* 159. **Washigton.**
[19] Heer, O., 1878: Beiträge zur fossilen Flora Sibiriens und des Amurlans. Men. Acad. Imp. Sci. ST,-Petersbourg, T. 25, "Fossil Arctica", vol. 5, no. 2, 1—58 pp.
[20] Krassilov, V. A., 1975: Climatic changes in Eastern Asia indicated by floras. II. Late Cretaceous and Danian. *Palaeogengr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **17**: 157—172.
[21] Lesquereux, L., 1874: Contributions to the fossil flora of the Western territories (1). The Cretaceous Floras. U. S. Geol. Rept, vol. 6, 1—136. pp.
[22] Lesquereux, L., 1883: Contributions to the fossil flora of the Western Territories, Part III, The Cretaceous and Tertiary floras: U. S. Geol. Surv. Terr. Rept. 8, 1—283. pp.
[23] Lesquereux, L., 1891: The flora of the Dakota Group., U. S. Geol. Surv. Monogr. vol, 17.
[24] Matsuo, H., 1970: On the Omichidani flora (upper Cretaceous), Inner side of central Japan. Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N. S., (80): 371—389. pp.
[25] Newlbetry, J. S., 1895: The flora of the Amboy clays. U. S. Geol. Surv. Monogr., vol. 26.
[26] Rouse, G. E., 1967: A Late Cretaceous plant assemblage from East-central British Columbia: 1. Fossil leaves. *Canadian Journal of Earth Sciences.* vol. 4.
[27] Tanai, T., 1979: Late Cretaceous floras from the Kuji district, Northeastern Honshu, *Japan Jour. Fac. Sci., Hokkaido Univ.*, ser. IV, vol. 19, nos. 1—2.
[28] Tanai, T., 1979: Late Cretaceous floras of East Asia. Fossils No. 29. 97—105. pp.
[29] Vachrameev, V. A., 1966: The late Cretaceous floras from the USSR Pacific coast their Stratigraphic range and peculiarities of composition. *Proc. Acad. Sci. USSR, ser. Geol.*, 1966-(3), 76—87 (in Russian).
[30] Криштофович, А. Н и Т. Н. Байковская., 1960: Меловая Флора Сахалина. Москва-Ленинград. 1960.
[31] Красилов, В. А., 1976: Цагаянская Флора Амурской Области. Издательство «Наука». Москва 1976.
[32] Самсонов, С. К., 1966: Новые Данные по Верхнемеловой флоре. Северо-Востока Средней Азии. Издатеьство «Наука». Москва. 1966.

Abstract The present paper deals with a collection of plant fossils from the Wuyun Group of Heilongjiang Province. These fossils belong to 28 families, 39 genera and 53 species. The flora is composed of 7 species of pteridophytes, 8 of conifers and 37 of angiosperms. All have been fully described. of which ten are new species.

Most elements of this flora are subtropic or warm-temperate, with only a few of them are temperate ones. The flora consists of conifers and broad-leaved trees adapted to humid warm-temperate or subtropic climate.

With the physiognomy of leaves, 40 per cent of them are of entire margin, and most are medium-sized, with some megaphyllous. The nervation is mostly palmate. These characters indicate that the climate was warm-temperate or subtropic.

Among 35 genera known from the Late Cretaceous of East Asia, 27 are also found in North America, which indicates that the floristic relationship between East Asia and North Americal was closer at that time than it is now. Therefore the number of genera in common has been decreasing through the age, because these two regions have been detached from each other since the late Eocene, as a result of continental drift. Only some relic forms left on both sides, and only 4.1% of genera are common to both continents. After the early Tertiary the floras of East Asia and North America have been developing independently.

The Chinese flora of the Late Cretaceous may be divided into three zones from the north to the south: (1) warm temperate-subtropic zone, rich in *Metasequoia, Ginkgo, Trochodendroides, Platanus, Trochodendron, Protophyllum, Ampelopsis Pterospermites* and *Menispermites;* (2) subtropic or dry subtropic transitional zone; and (3) subtropic-tropic zone, rich in *Brachyphyllum, Cinnamomum, Nectandra* and Palms.

The Wuyun flora is considered closely related to the Chajiayang Group and Sikhote-Alin flora of USSR, with 15 genera in common and also related to the Kuji flora of Japan (Cenonian), with 11 genera in common. It is interesting to note that 11 genera are also found in North America (Canada and Alaska) of the Late Cretaceous. The palynological assemblage of the Wuyun flora is closely related to Minshui flora of the Souliao Basin, 15 genera being common to the both. Seventy per cent of megafossils of the Wuyun flora have become extinct, which seems to show that the age of the flora is older than Paleocene and is assigned to the Latest Late Crataceous (Maestrichtian-Danian).

Key words Wuyun Formation; Late Cretaceous; Physiognomy; Flora; Geoflora; Vegetation; *Trochdendroides; Menispermites; Protophyllum; Pseudoprotophyllum; Pterospermites; Credneria; Debeya*

Tetracentron wuyungense Tao sp. nov.

Description: Leaves suborbicular, 5 cm long (preserved part) and 4.8 cm wide; apex commonly incomplete; base shallowly cordate; margin crenate, and further minute-crenate; petiole 1.1—1.3 cm long. Primary veins 7, palmate, departing at an equal angle; secondary veins indistinct, irregular and sparse, branching from the primary veins, forming irregular net-veins with the tertiaries, short branches abaxially running to the teeth.

Protophyllum wuyungense Tao sp. nov.

Description: Leaves elliptic or ovate, 6.8—7.8 cm long and 4.5—6.2 cm wide; acuminate or obtuse-rounded at the apex; subrounded or shallowly cordate, slightly asymmetrical at the base; margin entire or wavy-serrulate. Veins pinnate, craspedodromous, midvein thicker near the base, gradually thinner towards apex; secondaries of 7 pairs, 3 pairs near the base closer than others, diverging at an angle of 90° or curving out wards slightly, remaining secondaries equally spaced, diverging at an angle of 30—50° from midvein; tertiaries percurrent, forming regular rectangle networks.

Protophyllum ovatifolium Tao sp. nov.

Description: Leaves subrounded-ovate, 4.8—7.7 cm long and 4.5—6 cm wide; apex obtuse; base obtuse or shallowly cordate; margin sparsely crenulate, teeth somewhat acute. Petioles stout. Pinnate craspedodromous, midvein straight, thicker near the base; secondaries of 5—6 pairs, with basal three pairs more closely spaced, the first one diverging at an angle of 90°, curving out wards slightly, the secondary one extending nearly at a right angle from the midvein, third one at an angles of 60—70° to the midvein near the base, rest 2—3 pairs with several abaxially branches to the margin teeth; tertiaries diverging at a right angle from the midvein forming rectanglar networks.

Alnus protobarbata Tao sp. nov.

Description: Leaves elliptic, 12—13 cm long and 8 cm wide; apex incomplete, acute or obtuse-pointed; base rounded, slightly asymmetrical; margin finely biserrate; petiole 1.2 cm long. Craspedodromous, midvein straight; secondaries 10—11 paired, alternate, slightly curved, regularly spaced except the base and apex, the secondaries with branches; tertiaries extending nearly at a right angle to the secondary, the outer ones at an slightly oblique angle, forming regular networks.

Cyclocarya macroptera Tao sp. nov.

Description: The fruit oblate or spheroidal, 4.5 mm in diameter. Nut slightly elevated, with coriaceous and orbiculate wing around the fruit, the wing entire or slightly undulate; 6.5 cm in diameter; with fine radiating nerves spreading from the center of the nut.

Sorbaria wuyungensis Tao sp. nov.

Description: Leaves lanceolate to ovate-lanceolate in outline, 3.4—5 cm long and 1.3—2 cm wide; apex caudate-acuminate; base subrounded or shallowly cordate, slightly asymmetrical; margin finely and equally biserrate. Midvein slightly curved; secondary veins pinnate, craspedodromous, 12—14 paired, diverging from the midvein at an angle of about 45°, branching at the 2/3 upwards, the branches directly entering teeth; tertiary veins at a right angle to branch the secondary, percurrent, somewhat forming tetragonal or pentagonal meshes. Texture thicker.

Bauhinia gracilis Tao sp. nov.

Description: Leaves medium-sized, suborbicular, 5.4 cm long and 6.2 cm wide, 2-lobed, with the lobes ovate, somewhat unequilateral, obtuse-rounded at apex. and 1/4 as long as the blade; broadly rounded to truncate at the base. Palmately 5-veined, midvein straight from base to sinus, the inner primary veins curved up to sinus and thicker than outer ones, branched 2—3 times, camptodromous.

Celastrophyllum subprotophyllum Tao sp. nov.

Description: Leaves ovate or obovate, 4.8—6 cm long and 2.9—4.4 cm wide; base obtuse or slightly cordate, serrulate in the upper half, undulate or entire below. Petioles about 2 cm long. Midvein stout, slightly curved near the base; secondaries of 7 pairs, with the first one shorter, diverging at an angle of 70—80°, the second one obliquely staight, with 3—4 thinner external veins running to the margin, the third one with distinct 4 external veins running out to the teeth, tertiaries at a right angle to the midvein and secondaries respectively, forming rectangular networks.

Zizyphus pseudocretacea Tao sp. nov.

Description: Leaves ovate, 7 cm long (estimate) and 4.5 cm wide; apex incomplete, base obtuse-rounded or broadly cuneate, the widest in the middle. Margin sparsely serrate, with the teeth up-pointed, distinctly 3—5 nervious inner lateral primary veins curved upwards, extending nearly to the apex, tertiaries forming sparse networks.

Pterospermites peltatifolia Tao sp. nov.

Description: Leaves peltate, suborbicular or ovate, 11 cm long and 9.7 cm wide; obtuse at the apex (estimated), deeply cordate at the base slightly undulate or nearly entire. Midvein stout, basifugal pair of lateral primary veins stout and curved up, at right angles to the midvein, with 4—5 obviously external veins, curved down to the margin, from the midrib 3—4 pairs of subopposite secondaries diverging at angles of 50—60°, the first pair of secondary veins closer to the base, the others with equal distance, tertiaries from the secondaries at a right angle, percurrent, forming regular rectangular networks. Texture thicker.